

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 12 月 5 日 (05.12.2002)

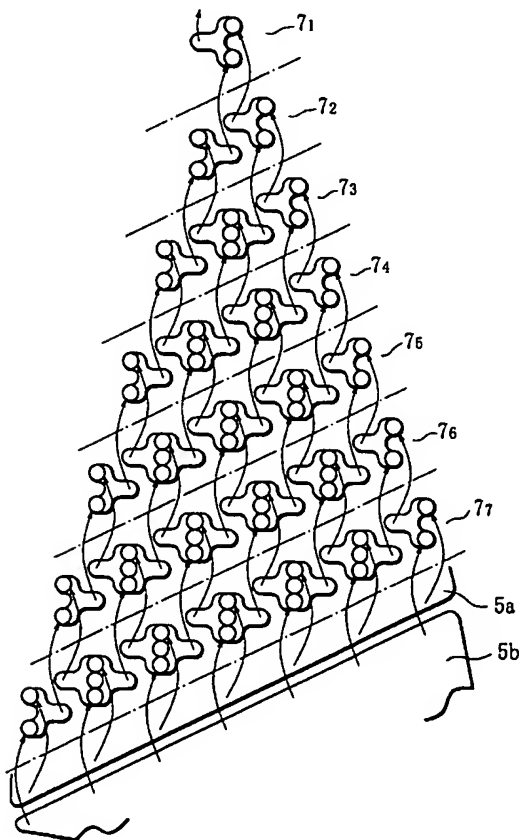
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/096543 A1

- (51) 国際特許分類: B01F 5/00 150-8316 東京都 渋谷区 渋谷 2 丁目 1 2 番 1 9 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/05064
- (22) 国際出願日: 2002 年 5 月 24 日 (24.05.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2001-158632 2001 年 5 月 28 日 (28.05.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 山武 (YAMATAKE CORPORATION) [JP/JP]; 〒
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本田 宜昭 (HONDA, Nobuaki) [JP/JP]; 〒150-8316 東京都 渋谷区 渋谷 2 丁目 1 2 番 1 9 号 株式会社 山武内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長門 侃二 (NAGATO, Kanji); 〒105-0004 東京都 港区 新橋 5 丁目 8 番 1 号 S K K ビル 5 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, [続葉有]

(54) Title: MICROMIXER

(54) 発明の名称: マイクロ混合器



(57) Abstract: A plurality of mixing distribution units (10) are provided with two inlets (11a, 11b) and two outlets (12a, 12b), and these mixing distribution units are periodically arranged to form a plurality of laminated flow channel modules (7) to provide flow channels forming a plurality of layers, wherein the two outlets (12a, 12b) in one mixing distribution unit of each flow channel module are respectively individually connected to one of the respective inlets (11a, 11b) of the two mixing distribution units in adjoining flow channel modules in the next layer, thereby realizing a micromixer of simple construction that is suitable for forming a micromix solution of two kinds of liquids (A, B).

[続葉有]



WO 02/096543 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

2個のインレット11a, 11bと2個のアウトレット12a, 12bとを具備した複数の混合分配ユニット10を備え、これらの複数の混合分配ユニットを周期的に配列してなる複数枚の流路モジュール7を積層して複数の層をなす流路を形成したものであって、前記各流路モジュールの1つの混合分配ユニットにおける2個のアウトレット12a, 12bを、隣接する次層の流路モジュールにおける2つの混合分配ユニットの各1個のインレット11a, 11bにそれぞれ個別に連結することで、2種類の液体A, Bのマイクロ混合液を形成するに好適な、簡易な構造のマイクロ混合器を実現する。

## 明 細 書

## マイクロ混合器

## 技術分野

- 5      本発明は、ミキシング性能が良好で、その製作が容易な簡易な構造のマイクロ混合器に関する。

## 背景技術

- 10      マイクロ混合器は、例えばマイクロマシニング技術を用いてSi等の半導体基板を加工して製作される。

- 具体的にはこの種のマイクロ混合器は、例えば2種類の液（流体）A、Bを混合して2層の層流（A+B）を形成した後、この層流（A+B）をその層方向に（A+B）／2ずつ2分割する。そしてこれらの2分割された2つの層流（A／2+B／2）を混合して4層の層流（A／2+B／2+A／2+B／2）を形成した後、この層流をその層方向に更に2分割する。このような層流の混合とその層方向の分割処理とを繰り返すことで、上記各液A、Bがなす層（大きさ）を徐々に細分化し、これによって前記各液A、Bの拡散を速めるように構成される。
- 15

- しかしながら従来のマイクロ混合器にあっては、流体（液）を混合・分配する為の流路自体が微細であり、クリティカルな製作精度が要求される。この為、その加工（製造）方法が複雑である。しかも正確なアライメントを必要とするので製造コストが高いと言う問題がある。また流路自体が微細なので、その流路構造が複雑な場合、液体粒子による目詰まりを起こし易い。特に流体を分配する為の幅の狭いスリット部分において目詰まりが生じ易い。更には流体の流れが不均衡となって所要とするミキシング性能を得ることが困難となる等の欠点がある。
- 20
- 25

## 発明の開示

本発明は、流体粒子の目詰まりを招来することのない、ミキシング性能の良好なマイクロ混合器であって、しかもその製作が容易で簡易な構造のマイクロ混合器を提供することを目的としている。

上述した目的を達成するべく本発明に係るマイクロ混合器は、 $n$ （好ましくは $n=2\sim 4$ ）個のインレットと $n$ 個のアウトレットとを具備した複数の混合分配ユニットを備え、これらの複数の混合分配ユニットを周期的に配列してなる複数枚の流路モジュールを積層して複数の層をなす流路を形成したものである。

特に上記各流路モジュールにおける前記各混合分配ユニットを、該流路モジュールの上流面に前記 $n$ 個のインレットを設けると共に、その下流面に前記 $n$ 個のアウトレットを設け、これらの $n$ 個のインレットと $n$ 個のアウトレットとをチャンネルを介して連結した流路構造を有するものとして実現する。そして前記各流路モジュールの1つの混合分配ユニットにおける $n$ 個のアウトレットを、隣接する次層の流路モジュールにおける $n$ 個の混合分配ユニットの各1個のインレットにそれぞれ個別に連結したことを特徴としている。

即ち、本発明は、上流面側に $n$ 個のインレットを設けると共に、下流面側に $n$ 個のアウトレットを設けてなり、これらのインレットとアウトレットとをチャンネルを介して連結して流路を形成した混合分配ユニットを複数個配列した板状の流路モジュールを、複数枚積み重ねて多層構造化したマイクロ混合器を構築するものである。特に前記各流路モジュールにおける混合分配ユニットの $n$ 個のアウトレットを、その下流側の流路モジュールにおける $n$ 個の混合分配ユニットの各1個のインレットにそれぞれ個別に連結し、各混合分配ユニットの $n$ 個のインレットからそれぞれ導入されて混合した流体を、その $n$ 個のアウトレットからそれぞれ分配して出力するようにする。そしてこれらの $n$ 個のアウ

トレットからそれぞれ出力される流体を、下流側の流路モジュールにおける  $n$  個の混合分配ユニットにおける各 1 個のインレットに個別に導くようにしたことを特徴としている。

本発明の好ましい態様は、前記インレットおよびアウトレットの個数  $n$  は 2 であって、前記各流路モジュールに配列される複数の混合分配ユニットは、互いに隣り合う 2 つの混合分配ユニット間において隣接する 2 個のアウトレットの配列間隔が、前記各混合分配ユニットにおける 2 個のインレットの配列間隔と等しくなるように配列される。より好ましくは、前記各流路モジュールにおける複数の混合分配ユニットは、上記配列条件の下で直線上に配列される。

また本発明の好ましい態様は、前記各混合分配ユニットにおける  $n$  個のインレットの径、 $n$  個のアウトレットの径、およびチャネルの幅とその深さを、ほぼ同じ大きさのものとして形成される。尚、アウトレットの径については、該アウトレットに連結される下流側の流路モジュールにおけるインレットの径によって規定されるようにしても良い。

また上述した如くして複数の層をなして流体を混合する流路を形成する場合、最下流の層をなす流路モジュールに、該流路モジュールにおける複数の混合分配ユニットの各アウトレットからそれぞれ出力される流体を 1 つの流路にまとめる集合部を設けることが望ましい。特にこの集合部については、前記複数の混合分配ユニットにおける各アウトレットからそれぞれ出力された流体を十分に混合するのに必要な滞留時間を確保し得る流路長を有するものとして実現することが望ましい。また混合液がお互いに反応する場合には、その反応時間を十分確保するように設定することが望ましい。

本発明に係る、より具体的なマイクロ混合器は、2 個のインレットと 2 個のアウトレットとをチャネルを介して連結した流路構造をなす混合分配ユニット、および/または 2 個のインレットと 1 個のアウトレットとをチャネルを介して連結した流路構造をなす混合ユニットを設けた複数枚の平板状の流路モジュール

ルを積層して構成される。そして前記各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの各２個のインレットを、その上流側の流路モジュールにおける２つの混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの各１個のアウトレットにそれぞれ個別に連結する。そして各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの数を、その上流側から下流側に向けて順次１個ずつ減らながら流体を混合し、最終的には１つの流路にまとめて出力する多層構造のものとして実現される。

このときの好ましい態様は、前記混合分配ユニットを、前記２個のインレットおよび２個のアウトレットを、その中央に設けられてチャンネルの向きを定める島状の仕切部を挟んで互いに直交する方向にそれぞれ対称に設けた構造を有するものとする。一方、前記混合ユニットについては、上記混合分配ユニットにおける２個のアウトレットの一方と、そのアウトレットに連なるチャンネルを省いた構造を有するものとして実現すれば良い。

#### 15 図面の簡単な説明

第１図は、本発明の一実施形態に係るマイクロ混合器の概略構造を示す分解斜視図。

第２図は、第１図に示すマイクロ混合器に組み込まれる下部プレート板に設けられる流体導入チャンネルの構造を示す図。

20 第３図は、第１図に示すマイクロ混合器に組み込まれる複数の流路モジュールの概略的な構造を示す図。

第４図は、流路モジュールに組み込まれる混合分配ユニットの概略的な構造を示す部分斜視図。

25 第５図は、複数の流路モジュールにそれぞれ組み込まれる混合分配ユニット間のインレットとアウトレットとの結合構造と、これらの混合分配ユニットによる流体の混合分配作用を説明するための図。

第6図は、流路モジュールに組み込まれる混合分配ユニットの別の構成例を示す図。

第7図は、流路モジュールに組み込まれる混合分配ユニットの更に別の構成例を示す図。

5 第8図は、流路モジュールに組み込まれる混合分配ユニットの更に別の構成例を示す図。

第9図は、流路モジュールに組み込まれる複数の混合分配ユニットの別の配列構造の例を示す図。

10 第10図は、最下流の流路モジュールに組み込まれる集合部の構造と、その役割を説明するための図。

第11図は、3個のインレットと3個のアウトレットとを備えた混合分配ユニットの機能構成図。

第12図は、第11図に示す3個のインレットと3個のアウトレットとを備えた複数の混合分配ユニットの配列構造を示す図。

15

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の一実施形態について、2種類の液体A、Bを混合してその拡散を速めるマイクロ混合器を例に説明する。

20 第1図はこの実施形態に係るマイクロ混合器の概略構成を示す分解斜視図で、図中1、2は上下一対のプレート体である。これらのプレート体1、2は、例えば厚みが5 mm、一辺の長さが50 mm程度の平板矩形状のAl材やSUS等からなる。これらの各プレート体1、2の四隅部には、貫通孔1aとねじ孔2aとがそれぞれ設けられている。これらのプレート体1、2は、上部プレート体1の各貫通孔1aを通して下部プレート体2のねじ孔2aに螺合する4本の  
25 ボルト3により、後述する複数枚の流路モジュールをその間に挟んで結合一体化される。

ちなみに前記上部プレート体 1 の中央部には、その対角線方向に 3 つの貫通孔（図示せず）が設けられている。これらの各貫通孔には流体導入用のコネクタ 4 a, 4 b と、流体取出用のコネクタ 4 c とがそれぞれ装着されている。また下部プレート体 2 の中央部には、前記流体導入用のコネクタ 4 a, 4 b がそれぞれ装着された 2 つの貫通孔にそれぞれ対応して、第 2 図に示すように略三角形形状をなす所定深さの流体導入チャネル 5 a, 5 b が形成されている。これらの流体導入チャネル 5 a, 5 b は、後述する流路モジュールに配列される混合分配ユニットの並びに沿って設けられる所定厚みの隔壁 5 c を介して区画されている。またこの下部プレート体 2 には、ガイドピン（図示せず）を垂直に植設する為のピン孔 6 が設けられている。このピン孔 6 に植設されるガイドピンは、後述する複数枚の流路モジュールを位置合わせして積み重ねる際のガイドとして用いられる。

さて上述したプレート体 1, 2 間に積層して挟み込まれる複数枚（m 枚）の流路モジュール 7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）は、例えば厚みが 0.8 mm、一辺の長さ 25 mm 程度の平板矩形形状の AI 材や SUS 等からなる。これらの各流路モジュール 7 は、第 3 図に示すように前述した流体導入用のコネクタ 4 a, 4 b がそれぞれ装着された 2 つの貫通孔にそれぞれ対応する貫通孔 8 a, 8 b と、上述したガイドピンを挿通してその位置合わせに供せられる貫通孔 9 とをそれぞれ共通に備える。更に各流路モジュール 7 は、前記流体導入チャネル 5 a, 5 b を区画する隔壁 5 c に沿って配列された複数の混合分配ユニット 10 を備える。

ちなみに上記混合分配ユニット 10 は、例えば第 4 図にその概略構成を示すように、板状の流路モジュール 7 における上流面（下面）側に設けた 2 個のインレット 11（11 a, 11 b）と、上記流路モジュール 7 における下流面（上面）側に設けた 2 個のアウトレット 12（12 a, 12 b）とを備える。そしてその上面側に穿いた深さ 0.4 mm の溝からなるチャネル 13 を介して



上記各インレット11a, 11bとアウトレット12a, 12bとを連結して、  
流路モジュール7の上下面間に流路を形成した構造をなす。

特にこの混合分配ユニット10においては、前記チャネル13の中央に位置  
付けられて該チャネル13の向きを定める島状の仕切部14が設けられている。

- 5   そして前記2個のインレット11a, 11b、および2個のアウトレット12  
a, 12bを、上記仕切部14を挟んで互いに直交する方向にそれぞれ対称に  
設けた構造となっている。またこの混合分配ユニット10におけるインレット  
11a, 11bの径、アウトレット12a, 12bの径、そしてチャネル13の  
幅とその深さは、例えば0.4mmとして互いに等しく設定されている。更に  
10   2個のインレット11a, 11bは0.4mmの間隔を隔てて設けられ、また2  
個のアウトレット12a, 12bは1.2mmの間隔を隔てて設けられている。

- さて前述したm枚の流路モジュール7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) は、それぞれ上述  
した構造をなす複数の混合分配ユニット10を所定の周期で直線状に配列した  
構造を有する。そしてこれらの各流路モジュール7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) は、そ  
15   の混合分配ユニット10のインレット11a, 11bとアウトレット12a, 1  
2bとを上下に隣接する流路モジュール7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) 間で順に連結し  
て積み重ねられて、多層構造化された流路を形成する。

- 特に各流路モジュール7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) における1つの混合分配ユニッ  
ト10は、その2個のアウトレット12a, 12bを、隣接する下流側の流路  
20   モジュール7における2つの混合分配ユニット10, 10の各1個のインレ  
ット11a, 11bにそれぞれ個別に連結される。換言すれば各流路モジュール  
7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) における1つの混合分配ユニット10の2個のインレ  
ット11a, 11bは、隣接する上流側の流路モジュール7における2つの混合  
分配ユニット10, 10の各1個のアウトレット12a, 12bにそれぞれ個別  
25   に連結される。

各流路モジュール7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) における1つの混合分配ユニット1

0は、その上流側（下面側）の流路モジュール7における互いに異なる2つの混合分配ユニット10の各1個のアウトレット12a, 12bからそれぞれ出力された流体を、その2個のインレット11a, 11bからそれぞれ導入して混合する。そして上記混合分配ユニット10は、その混合した流体を2個のア  
5   ウトレット12a, 12bから、その下流側（上面側）の流路モジュール7における互いに異なる2つの混合分配ユニット10の各1個のインレット11a, 11bに対してそれぞれ分配して導出するようになっている。

具体的にはこの実施形態に係るマイクロ混合器においては、m枚の流路モジュール7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）は、例えば第5図に7段（7層）の流路を形成した例を示すように、上流側となるに従ってその数が1個ずつ増えた混合分配  
10   ユニット10を備える。即ち、その最下流に位置付けられる最上段の流路モジュール $7_1$ は1個の混合分配ユニット10を備える。またその上流側の流路モジュール $7_2, \sim 7_7$ の混合分配ユニット10は、その数が順に1個ずつ増えており、最上流に位置付けられる最下段の流路モジュール $7_7$ においては7個  
15   の混合分配ユニット10を備えたものとなっている。

またこの実施形態においては、混合分配ユニット10の特殊なものとして、第4図に示した構造の混合分配ユニット10における2個のアウトレット12a, 12bの一方と、該アウトレット12に連なるチャンネル13とを省略したもの、つまり混合した流体の分配機能を省いた構造の混合ユニット15が、前  
20   述した混合分配ユニット10に代えて用いられている。この混合ユニット15は、2個のインレット11a, 11bからそれぞれ導入して混合した流体を、  
後述するようにその下流側の流路モジュール $7_1, 7_2, \sim 7_6$ における1つの混合分配ユニット10（混合ユニット15）に導出すれば十分な場合等に用いられる。

そしてこれらの混合分配ユニット10および／または混合ユニット15は、  
25   前記各流路モジュール7において、その下流側（上段側）の1つの混合分配ユ

ニット 10 (混合ユニット 15) における 2 個のインレット 11 a, 11 b が設けられている各位置に、互いに隣接する 2 つの混合分配ユニット 10 および／または混合ユニット 15 の各 1 個のアウトレット 12 a, 12 b がそれぞれ位置付けられるレイアウト (間隔) でそれぞれ配列されている。

- 5 換言すれば各流路モジュール 7 において互いに隣接する 2 つの混合分配ユニット 10 (混合ユニット 15) は、その一方の混合分配ユニット 10 (混合ユニット 15) におけるアウトレット 11 a が、その下流側 (上段側) の 1 つの混合分配ユニット 10 (混合ユニット 15) における一方のインレット 11 a の位置に位置付けられる。同時に他方の混合分配ユニット 10 (混合ユニット 10  
15) におけるアウトレット 11 b が、その下流側 (上段側) の上記混合分配ユニット 10 (混合ユニット 15) における他方のインレット 11 b の位置に位置付けられるように配列されている。この結果、m 枚の流路モジュール 7 (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>, ~ 7<sub>m</sub>) を前述したように位置合わせして積層するだけで、隣接する流路モジュール 7 間において上記混合分配ユニット 10 および／または混合  
15 ユニット 15 のインレット 11 a, 11 b とアウトレット 12 a, 12 b とが上述した関係を以て互いに連結されるようになっている。

- かくして上述したように前記混合分配ユニット 10 および／または混合ユニット 15 を所定個数ずつ所定の周期で配列した m 枚の流路モジュール 7 (7<sub>1</sub>, 7<sub>2</sub>, ~ 7<sub>m</sub>) を積み重ねて構成されるマイクロ混合器によれば、次のようにして  
20 て 2 種類の流体 (液体) A, B の混合が行われる。

- 即ち、前述した如く下部プレート体 2 に設けられた 2 つの流体導入チャンネル 5 a, 5 b に 2 種類の流体 (液体) A, B を所定の圧力を以て導入すれば、第 5 図に示すように一方の流体 (液体) A は、最上流 (最下段) の流路モジュール 7<sub>m</sub> (7<sub>7</sub>) における複数の混合分配ユニット 10 (混合ユニット 15) のそれ  
25 ぞれに、その一方のインレット 11 a を介して導入される。また他方の流体 (液体) B は、最上流 (最下段) の流路モジュール 7<sub>m</sub> (7<sub>7</sub>) における複数の

混合分配ユニット10（混合ユニット15）のそれぞれに、その他方のインレット11bを介して導入される。そしてこれらの流体（液体）A、Bは、各混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるチャンネル13にてそれぞれ混合され、2個のアウトレット12a、12bを介してそれぞれ分配して出力  
5 される。

すると次段の流路モジュール7<sub>6</sub>においては、上記流路モジュール7<sub>7</sub>の各混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるアウトレット12a側から出力される流体（液体） $[A+B/2]$ を新たに混合すべき一方の流体（液体）A1として、その混合分配ユニット10（混合ユニット15）における一方の  
10 インレット11aを介して導入する。また次段の流路モジュール7<sub>6</sub>は、前記流路モジュール7<sub>7</sub>の各混合分配ユニット10（混合ユニット15）における他方のアウトレット12b側から出力される流体（液体） $[A+B/2]$ を新たに混合すべき一方の流体（液体）B1として、その混合分配ユニット10（混合ユニット15）における他方のインレット11bを介して導入する。そして  
15 これらの流体（液体）A1、B1を、チャンネル13にてそれぞれ混合し、2個のアウトレット12a、12bを介してそれぞれ分配して出力する。

このような2系統の流体（液体）の混合とその分配を、前記各流路モジュール7において順に繰り返し実行することで、前述した2種類の流体（液体）A、Bの細分化（マイクロ混合）が進められる。そして最下流（最上段）の流路モ  
20 ジュール7<sub>1</sub>から前記2種類の液体A、Bを混合して両者を均一に拡散させたマイクロ混合液が取り出されることになる。

従ってこの実施形態に係るマイクロ混合器によれば、複数の混合分配ユニット10（混合ユニット15）を設けた平板状の複数の流路モジュール7（7<sub>1</sub>、7<sub>2</sub>、～7<sub>m</sub>）を積み重ねただけの簡単な構造で、2種類の液体A、Bを混合した  
25 マイクロ混合液を逸早く効果的に形成することができる。しかも上記流路モジュール7（7<sub>1</sub>、7<sub>2</sub>、～7<sub>m</sub>）については、Al板やSUS板等を用いて簡易に

製作することができる。また混合分配ユニット10（混合ユニット15）の形成（加工）自体も容易なので、その製作コストが安価である。更には複数の流路モジュール7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）間のアライメント精度についても容易に高めることができ、その組み立て自体も簡単である。従って、この点でもその製作コストの低廉化を図り得る等の利点がある。

また前述した混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるインレット11a, 11bの径、アウトレット12a, 12bの径、そしてチャンネル13の幅が互いにほぼ等しく設定されている。これ故、混合液による目詰まりが生じ難い。しかも混合分配ユニット10（混合ユニット15）における2個のインレット11a, 11b、およびアウトレット12a, 12bが互いに直交する方向にそれぞれ対称に設けられている。従って流体（液体）の流れ（層流）に対する対称性を良好に確保して流体の不均一化を効果的に防止することができ、更にはそのスループットを十分に高めることができる。この結果、そのミキシング性能（ミキシング効率）を十分に高めることができ、異種の液体を均質に混合した品質の高いマイクロ混合液を容易に生成し得る等の実用上多大なる効果が奏せられる。

尚、前述した混合分配ユニット10については、例えば第6図～第8図にそれぞれ示す構造のものとして実現することも可能である。第6図に例示する混合分配ユニット10は、2個のアウトレット12a, 12b間の幅を広くしたものである。また第7図に例示する混合分配ユニット10は、チャンネル13の向きを定める島状の仕切部14を省略し、2個のアウトレット12a, 12b間の幅を狭くしたものである。更に第8図に示す混合分配ユニット10は、2個のインレット11a, 11b、および2個のアウトレット12a, 12bをチャンネル13の向きを定める島状の仕切部14を中心として点対称に平行四辺形状に配置したものである。

このような各構造の混合分配ユニット10であっても、隣接する2つの混合

分配ユニット10におけるアウトレット12a, 12bが、各混合分配ユニット10における2個のインレット11a, 11b間の間隔と等しくなるように配列するだけで、複数の流路モジュール7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) 間において、そのインレット11a, 11bとアウトレット12a, 12bの位置をそれぞれ正確に合わせることが可能となる。従って先の実施形態と同様な効果が奏せられる。

また上述した実施形態においては、各流路モジュール7 ( $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ) において複数の混合分配ユニット10 (混合ユニット15) を1列に直線上に配列した。しかし、例えば第9図に示すように複数の混合分配ユニット10 (混合ユニット15) を複数列に亘って平行に配列するようにしても良い。この場合、下部プレート体2に設ける流体導入チャンネル5a, 5bについては、混合分配ユニット10 (混合ユニット15) における一方のインレット11a側、および他方のインレット11b側にそれぞれ対応させて第9図に示すように櫛歯状の流路を形成して設けるようにすれば良い。

またこのようにして複数の混合分配ユニット10 (混合ユニット15) を複数列に亘って配列した場合には、最下流 (最上段) の流路モジュール $7_1$ からは、各列にそれぞれ対応してマイクロ混合液が出力されることになる。従って、例えば第10図に示すように最下流 (最上段) の流路モジュール $7_1$ における流体出力面に、複数の混合分配ユニットの各アウトレットからそれぞれ出力されるマイクロ混合液を1つの流路にまとめる集合部20を設けることが望ましい。特にこの集合部20については、前記複数の混合分配ユニットの各アウトレット12a (12b) からそれぞれ出力されたマイクロ混合液を十分に拡散させて混合するに必要な滞留時間を確保し得る流路長Lを有するものとして実現することが望ましい。また混合液がお互いに反応する場合には、その反応時間を十分確保するように設定することが望ましい。

尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。例えば各流路モ

ジュール7に配列される複数の混合分配ユニット10の中的一端部に位置する混合分配ユニット10の一方のアウトレット12a(12b)を、長いチャンネルを介してその配列の反対側の端部に配置された混合分配ユニット10の近傍位置まで延ばして設けるようにしても良い。この場合には、各流路モジュール7にそれぞれ配列される複数の混合分配ユニット10の数を等しくすることができる。

また実施形態においては、2種類の流体(液体)を混合するマイクロ混合器を例に説明したが、3種類の流体(液体)を混合するようにマイクロ混合器を構成することも可能である。この場合にはその混合分配ユニット10を、例えば第11図にその概念を示すように、3個のインレット11a, 11b, 11cと3個のアウトレット12a, 12b, 12cを備えたものとする。そして3個のインレット11a, 11b, 11cからそれぞれ導入された3種類の流体(液体)A, B, Cをチャンネル13にて混合して3層の層流(A+B+C)を形成するようにする。そしてこの3層の混合流体である層流(A+B+C)を、その層と直交する方向に3つ流れに分配し、3個のアウトレット12a, 12b, 12cから(A+B+C)/3なる流体としてそれぞれ取り出すように構成すれば良い。

この場合には、各混合分配ユニット10における3個のインレット11a, 11b, 11c(3個のアウトレット12a, 12b, 12c)を、例えば第12図に示すように正六角形状の各頂点に1つ置きに配置し、複数の混合分配ユニット10をハニカム(蜂巢)状に配列する。そして流路モジュール7でのインレット11a, 11b, 11cを、上記流路モジュール7に隣接する流路モジュール7における3つの混合分配ユニット10における各1個のアウトレット12a, 12b, 12cとを個別に連結するようにすれば良い。

更には4種類の流体(液体)を混合するようにマイクロ混合器を構成する場合にも、同様にして4個のインレットと4個のアウトレットとを設けた混合分

配ユニット10を構成すれば良い。但し、この場合、4個のインレットまたは4個のアウトレットに対する各チャンネルを交差して形成することが必要となる。従って流路モジュール7自体を多層構造化して上記各チャンネルを互いに異なる層を利用して形成するように構成すれば良い。

- 5      またここでは2種類の流体を微細に混合するマイクロ混合はについて説明したが、或る液体を他の不溶性液体中に細粒として分散させる、いわゆるエマルジョン（乳化液）を製作する場合にも有用である。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

10    産業上の利用可能性

- 以上説明したように本発明によれば、多層に積層される複数の流路モジュールにm個のインレットおよびm個のアウトレットを備えた混合分配ユニットを、所定の配列をなして複数形成し、上記各流路モジュール間でそのインレットとアウトレットとを所定の配列で順次結合した構造を有するので、その構造自体  
15    だが簡単であり、容易に、しかも安価に製作することができる。しかもそのアライメント精度を十分に高くすることも容易であり、流路の対称性を確保して混合流体に対するスループットを十分に高めることができる。従ってそのミキシング性能（ミキシング効率）を十分に高め、均質で品質の高いマイクロ混合液を容易に、しかも逸早く生成し得る等の実用上多大なる効果が奏せられる。



### 請 求 の 範 囲

1.  $n$ 個のインレットと $n$ 個のアウトレットとを具備した複数の混合分配ユニットを備え、これらの複数の混合分配ユニットを周期的に配列した複数枚の流路モジュールを積層して複数の層をなす流路を形成してなり、

- 5 上記各流路モジュールにおける前記各混合分配ユニットは、該流路モジュールの上流面に前記 $n$ 個のインレットを設けると共に、その下流面に前記 $n$ 個のアウトレットを設け、これらの $n$ 個のインレットと $n$ 個のアウトレットとをチャンネルを介して連結した流路構造を有し、

前記各流路モジュールの1つの混合分配ユニットにおける $n$ 個のアウトレットを、隣接する下流側の流路モジュールにおける $n$ 個の混合分配ユニットの各10 1個のインレットにそれぞれ個別に連結したことを特徴とするマイクロ混合器。

2. 前記インレットおよびアウトレットの個数 $n$ は、2～4である請求の範囲1に記載のマイクロ混合器。

3. 前記インレットおよびアウトレットの個数 $n$ は2個であって、

- 15 前記各流路モジュールに周期的に配列された複数の混合分配ユニットは、互いに隣り合う2つの混合分配ユニット間の隣接する2個のアウトレットの配列間隔を、前記各混合分配ユニットにおける2個のインレットの配列間隔と等しく設定されている請求の範囲1に記載のマイクロ混合器。

4. 前記各流路モジュールに周期的に配列された複数の混合分配ユニットは、20 直線上に配列されている請求の範囲3に記載のマイクロ混合器。

5. 前記各混合分配ユニットにおける $n$ 個のインレットの径、 $n$ 個のアウトレットの径、およびチャンネルの幅および深さは、ほぼ同じ大きさに形成されることを特徴とする請求の範囲1に記載のマイクロ混合器。

6. 最下流に配される流路モジュールは、該流路モジュールにおける複数の25 混合分配ユニットの各アウトレットからそれぞれ出力される流体を1つの流路にまとめる集合部を備え、

該集合部は、前記各アウトレットからそれぞれ出力された流体を混合するに必要な滞留時間を確保し得る流路長を有することを特徴とする請求の範囲 1 に記載のマイクロ混合器。

7. 2 個のインレットと 2 個のアウトレットとをチャンネルを介して連結した  
5 流路構造をなす混合分配ユニットおよび／または 2 個のインレットと 1 個のアウトレットとをチャンネルを介して連結した流路構造をなす混合ユニットを設けた複数枚の平板状の流路モジュールを積層してなり、

- 前記各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの各 2 個のインレットを、隣接する前層の流路モジュールにおける 2 つの混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの各 1 個のアウトレットにそれぞれ個別に連結し、  
10

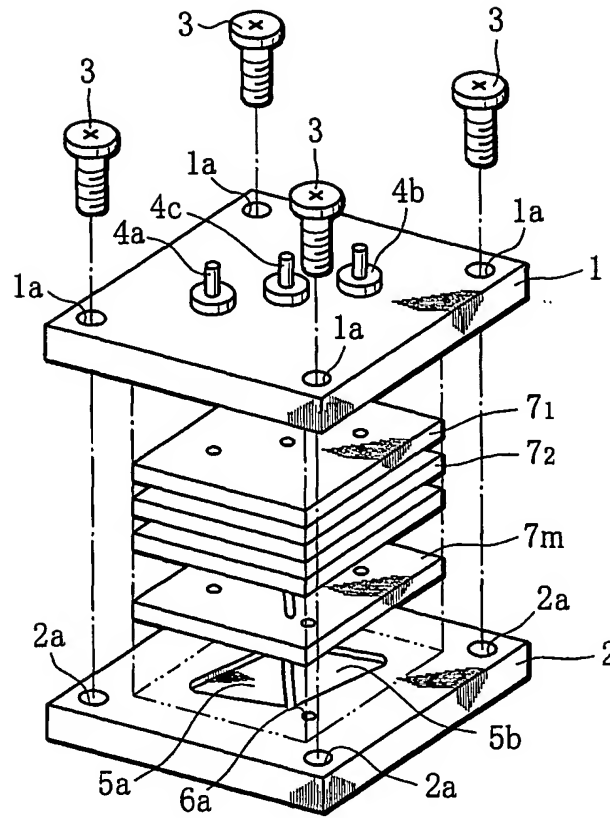
各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの数を、その上流側から下流側に向けて順次 1 個ずつ減らながら流体を混合し、1 つの流路にまとめて出力してなることを特徴とするマイクロ混合器。

8. 前記混合分配ユニットは、前記 2 個のインレットおよび 2 個のアウトレットを、その中央に設けられてチャンネルの向きを定める島状の仕切部を挟んで互いに直交する方向にそれぞれ対称に設けた構造を有し、  
15

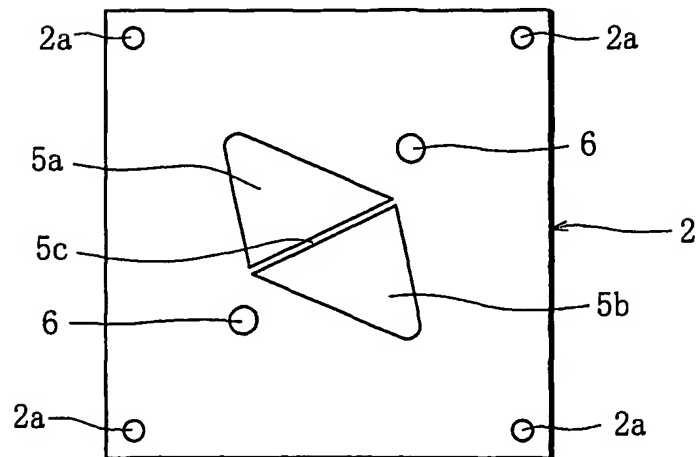
- 前記混合ユニットは、上記混合分配ユニットにおける 2 個のアウトレットの一方と、そのアウトレットに連なるチャンネルを省いた構造を有するものである  
20 請求の範囲 7 に記載のマイクロ混合器。

1/7

第 1 図

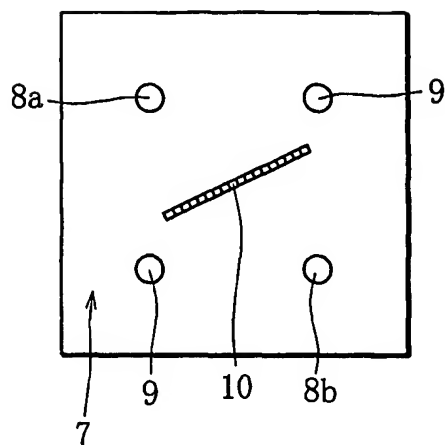


第 2 図

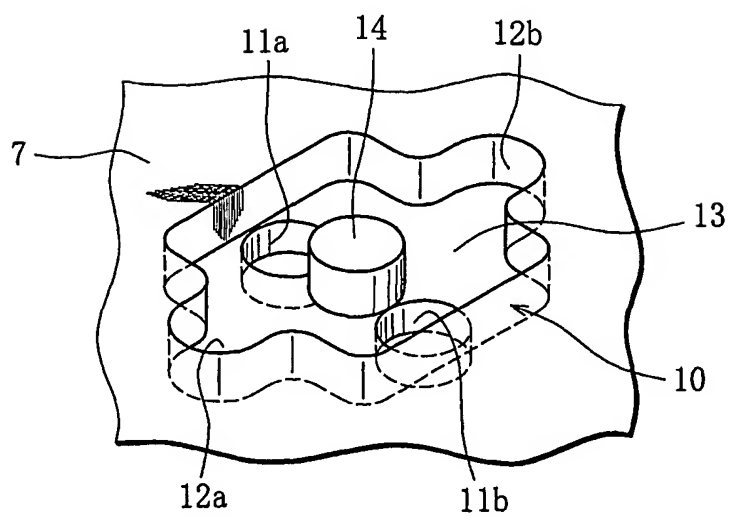


2/7

第 3 図

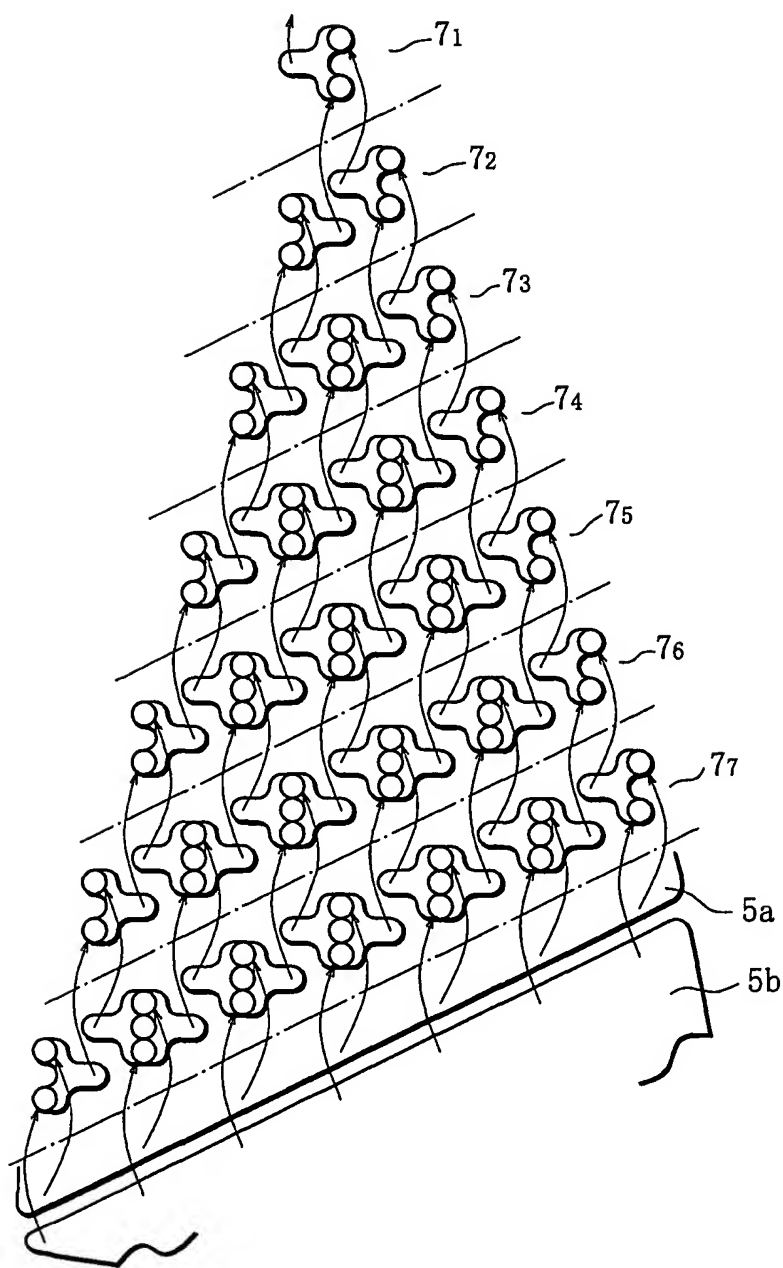


第 4 図



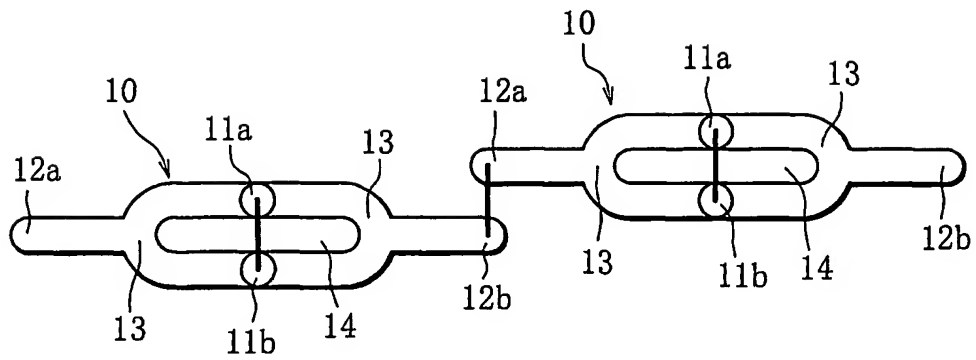
3/7

第 5 図

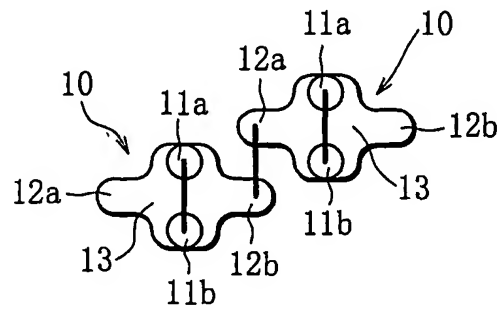


4/7

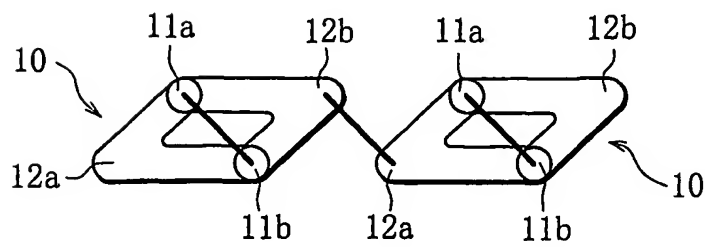
第 6 図



第 7 図

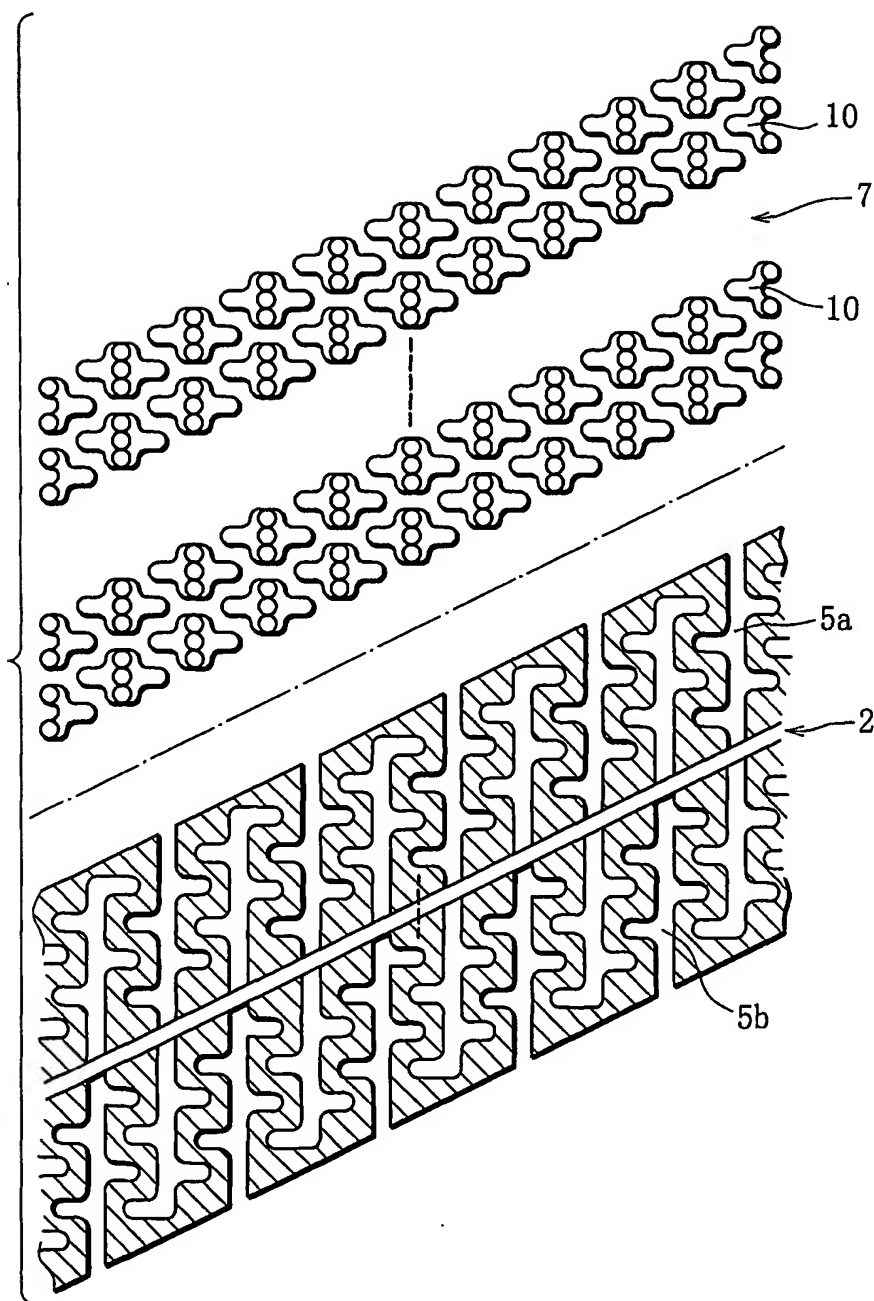


第 8 図



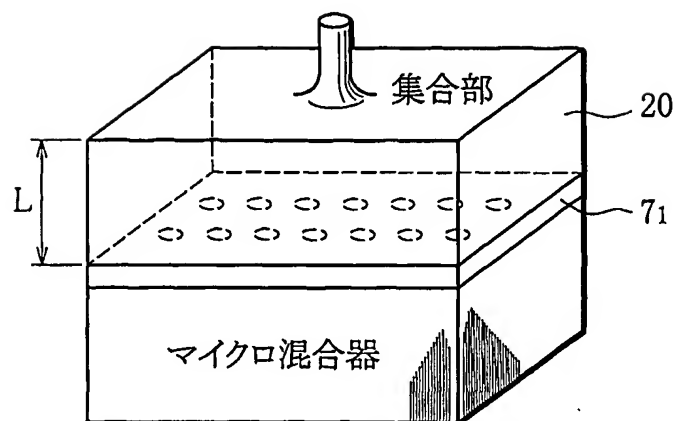
5/7

第 9 図

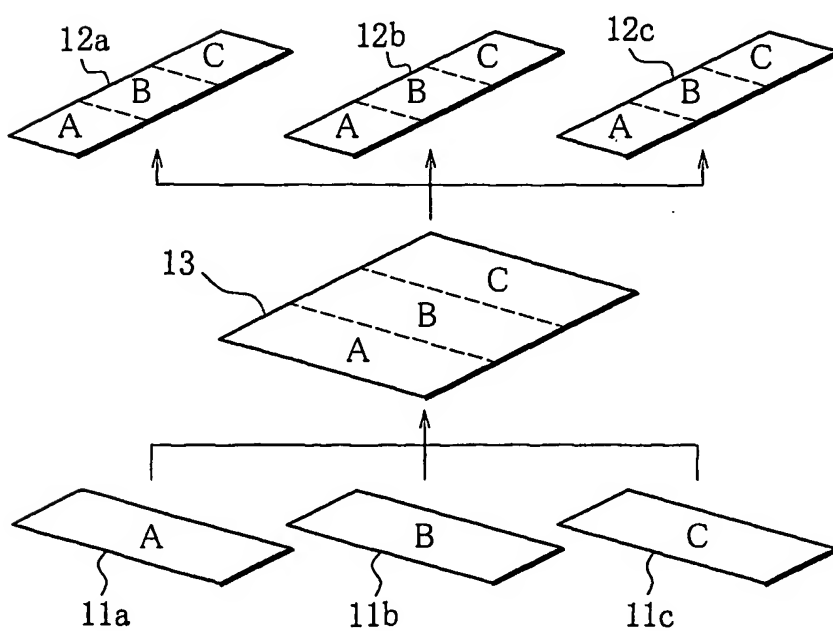


6/7

第 10 図



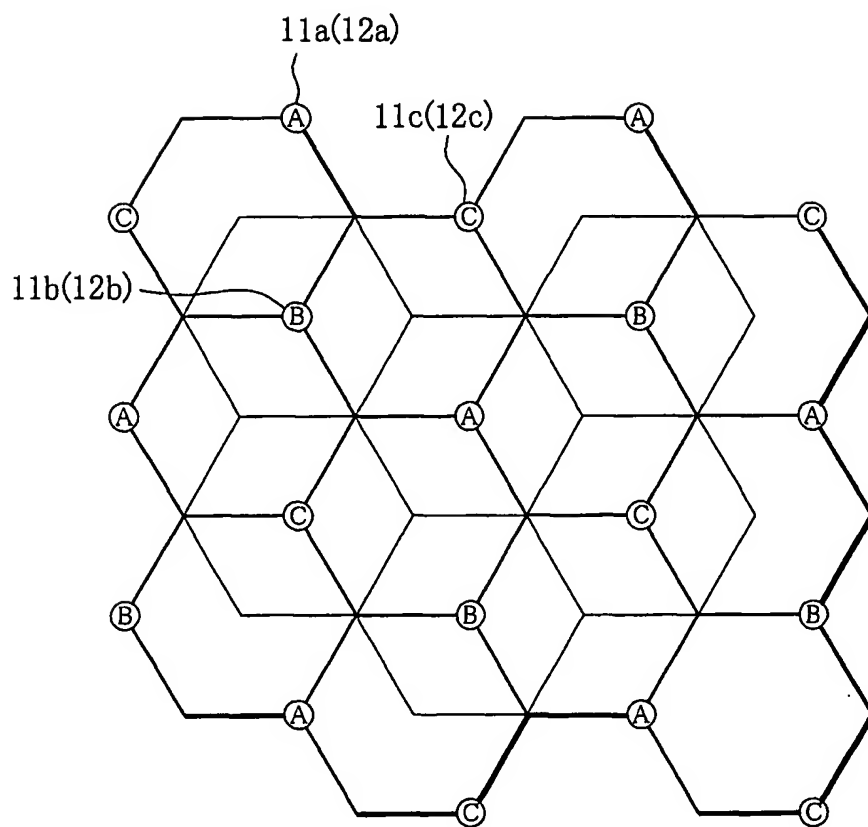
第 11 図





7/7

## 第 12 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05064

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B01F5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B01F5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-34653 B2 (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), 06 August, 1990 (06.08.90), (Family: none)	1-8
A	JP 5-13391 Y2 (M and K Kabushiki Kaisha), 08 April, 1993 (08.04.93), (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
26 August, 2002 (26.08.02)

Date of mailing of the international search report  
01 October, 2002 (01.10.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01F5/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01F5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2-34653 B2 (旭化成工業株式会社) 1990.08.06 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 5-13391 Y2 (エムアンドケー株式会社) 1993.04.08 (ファミリーなし)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.08.02

国際調査報告の発送日

01.10.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田口 傑

3F

9621

電話番号 03-3581-1101 内線 3351